



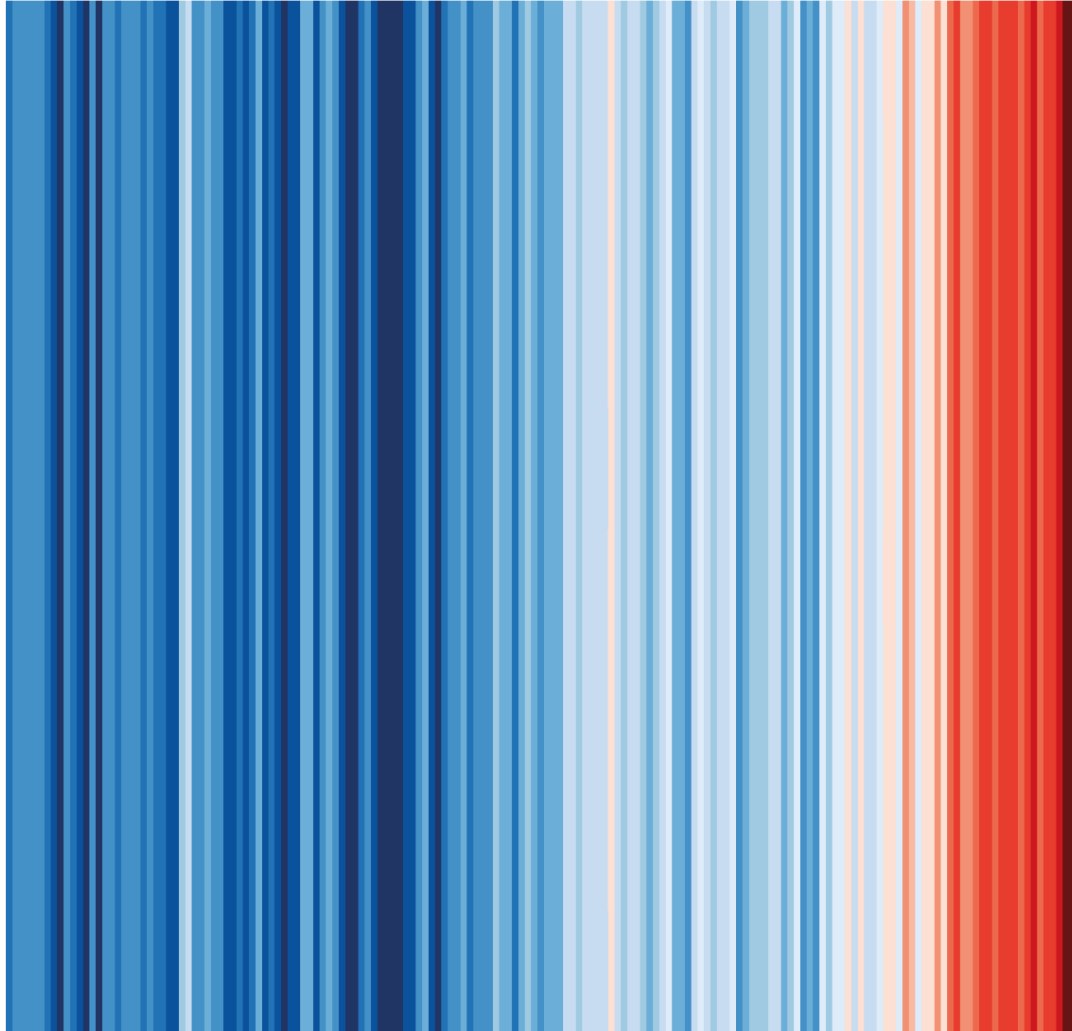
Maritime Anwendungsfelder für Wasserstoff – Stand der Technik und Perspektiven

Johannes Gulden,

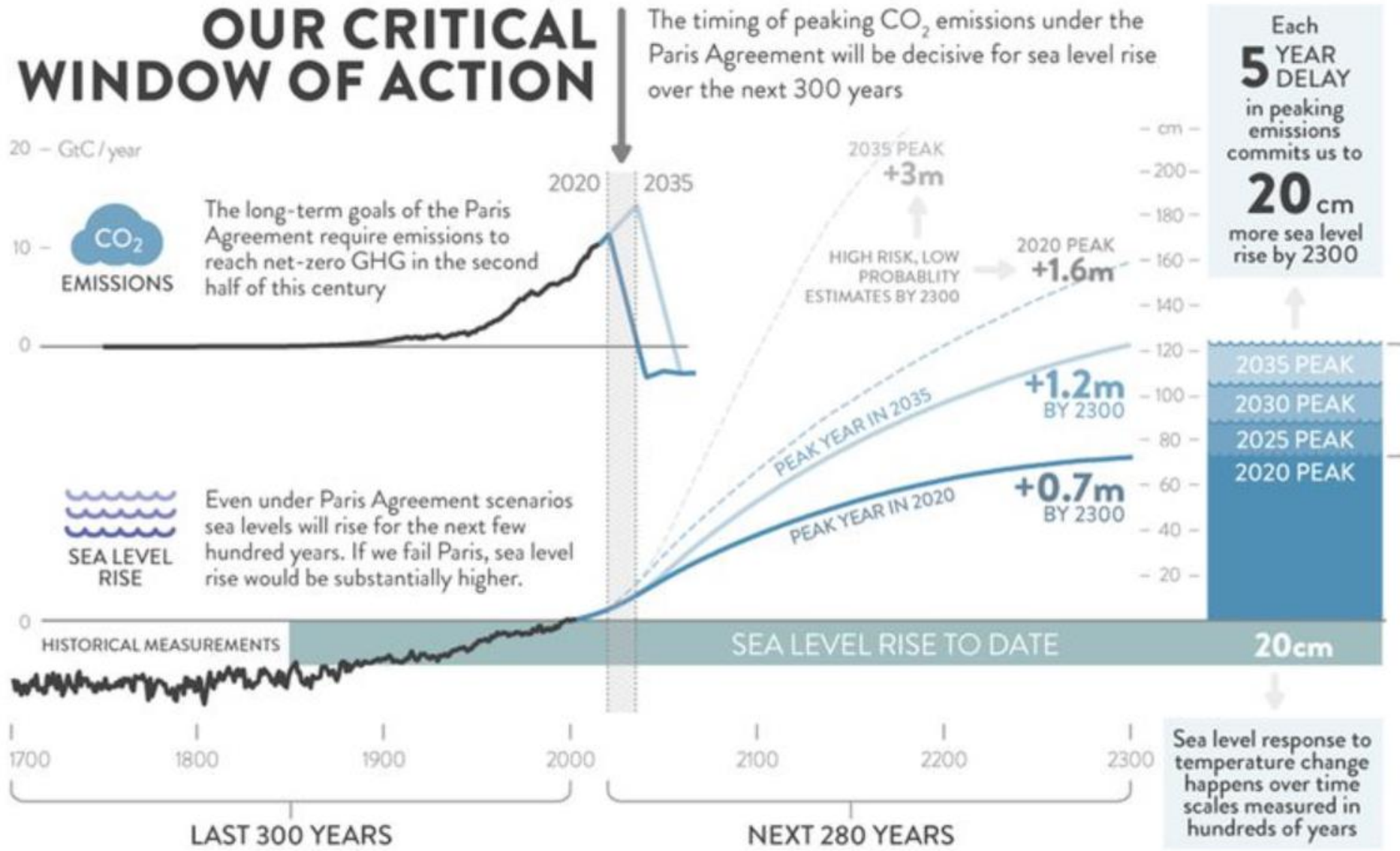
University of Applied Sciences, Stralsund

IRES - Institute of Renewable Energy Systems

Scientists for future



OUR CRITICAL WINDOW OF ACTION



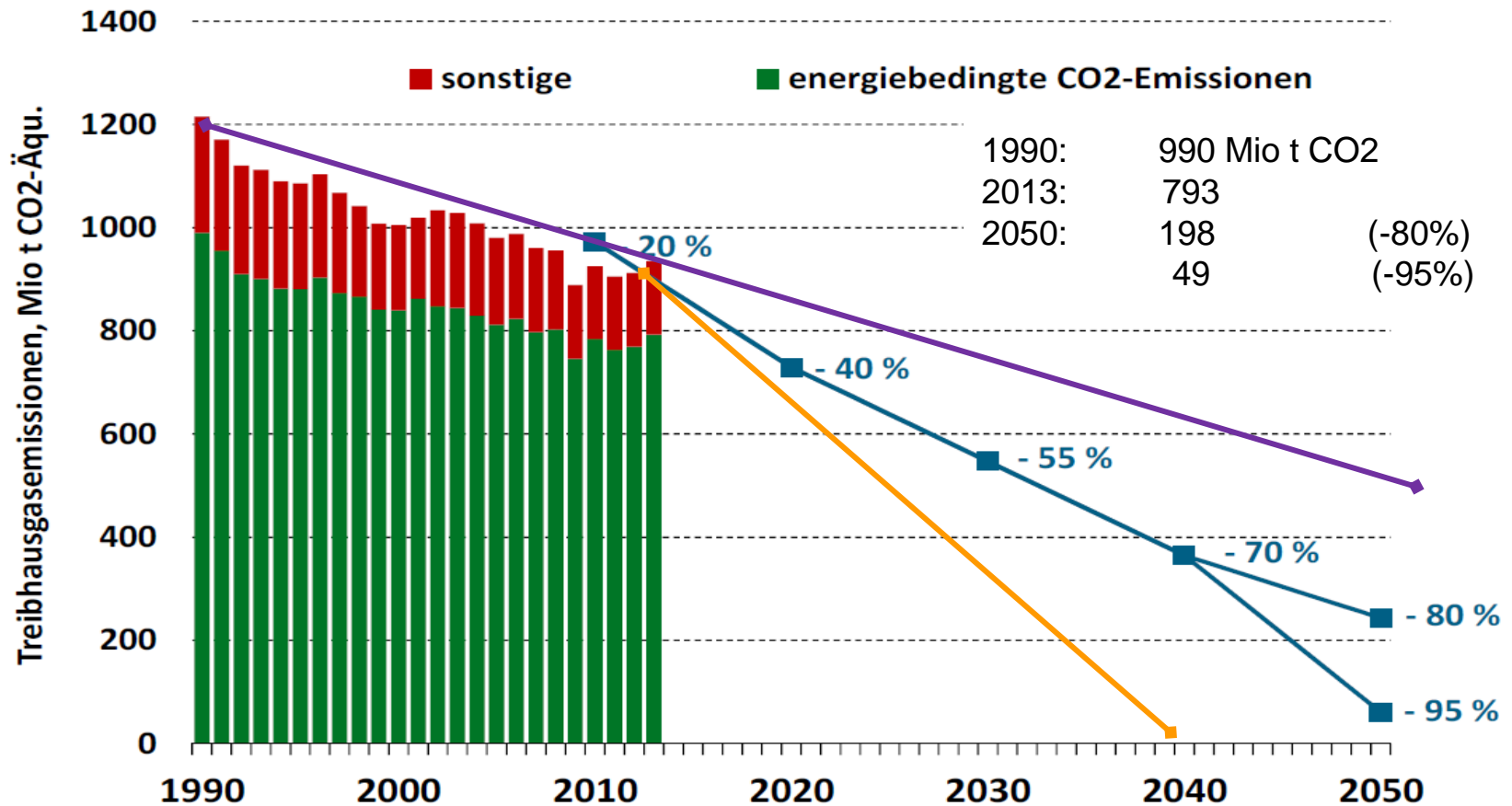
SOURCE Committed sea-level rise under the Paris Agreement and the legacy of delayed mitigation action Mengel et. al. 2018 - Nature Communications

Reduktion der Treibhausgase in Deutschland

violett: Hochrechnung der realen Emissionswerte

blau: Zielwerte der Bundesregierung (2014)

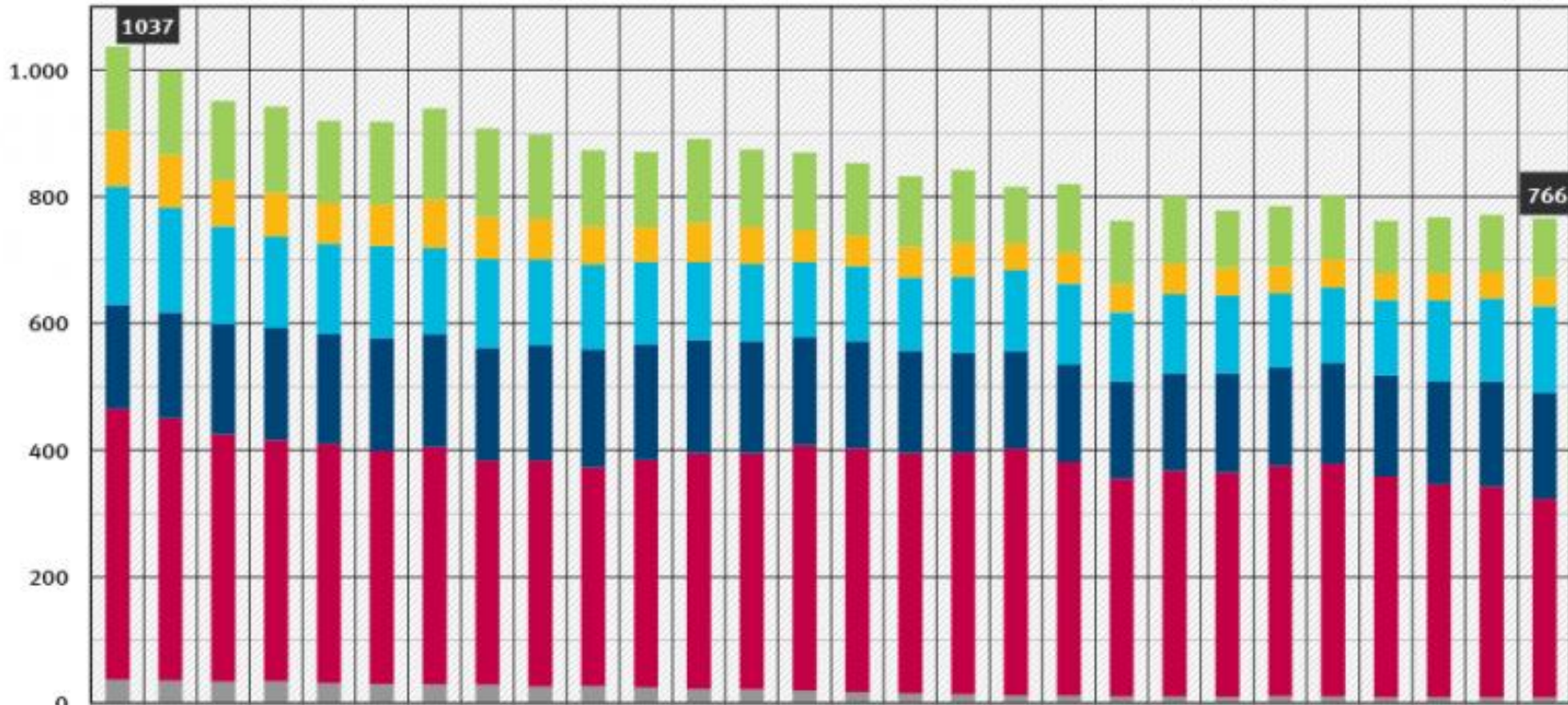
orange: notw. Reduktion für max. 1,5 grd Erwärmung



Quelle: Henning u.a.: Wege zur Transformation des dt. Energiesystems bis 2050, ISE Freiburg 2015

Entwicklung der energiebedingten Treibhausgas-Emissionen¹ nach Quellgruppen

Millionen Tonnen Kohlendioxid-Äquivalente



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
■ Haushalte	132	134	125	136	130	130	144	140	133	121	119	132	122	123	114	112	114	89	108	100	107	91	95	101	83	88	89	93
■ Gewerbe, Handel, Dienstleistung ²	88	83	72	69	64	65	76	66	64	59	54	62	58	50	48	48	54	42	50	45	48	43	42	45	42	43	42	46
■ Industrie ³	187	165	155	144	142	146	136	141	136	134	130	123	122	119	118	115	120	128	127	109	125	123	118	118	118	127	130	136
■ Verkehr	164	167	173	178	174	178	178	178	181	187	183	179	176	170	169	161	157	154	154	153	154	156	155	159	160	163	166	168
■ Energiewirtschaft	427	413	391	380	377	368	375	354	356	345	358	371	373	387	384	379	381	388	368	344	356	354	364	367	348	336	333	313
■ Diffuse Emissionen ⁴	38	37	35	36	33	31	31	30	27	28	26	24	23	21	18	16	15	13	13	11	11	11	12	12	11	11	10	10
Summe	1037	1000	951	942	919	918	939	908	898	873	870	891	874	870	853	832	842	815	820	762	801	778	785	802	762	767	771	766

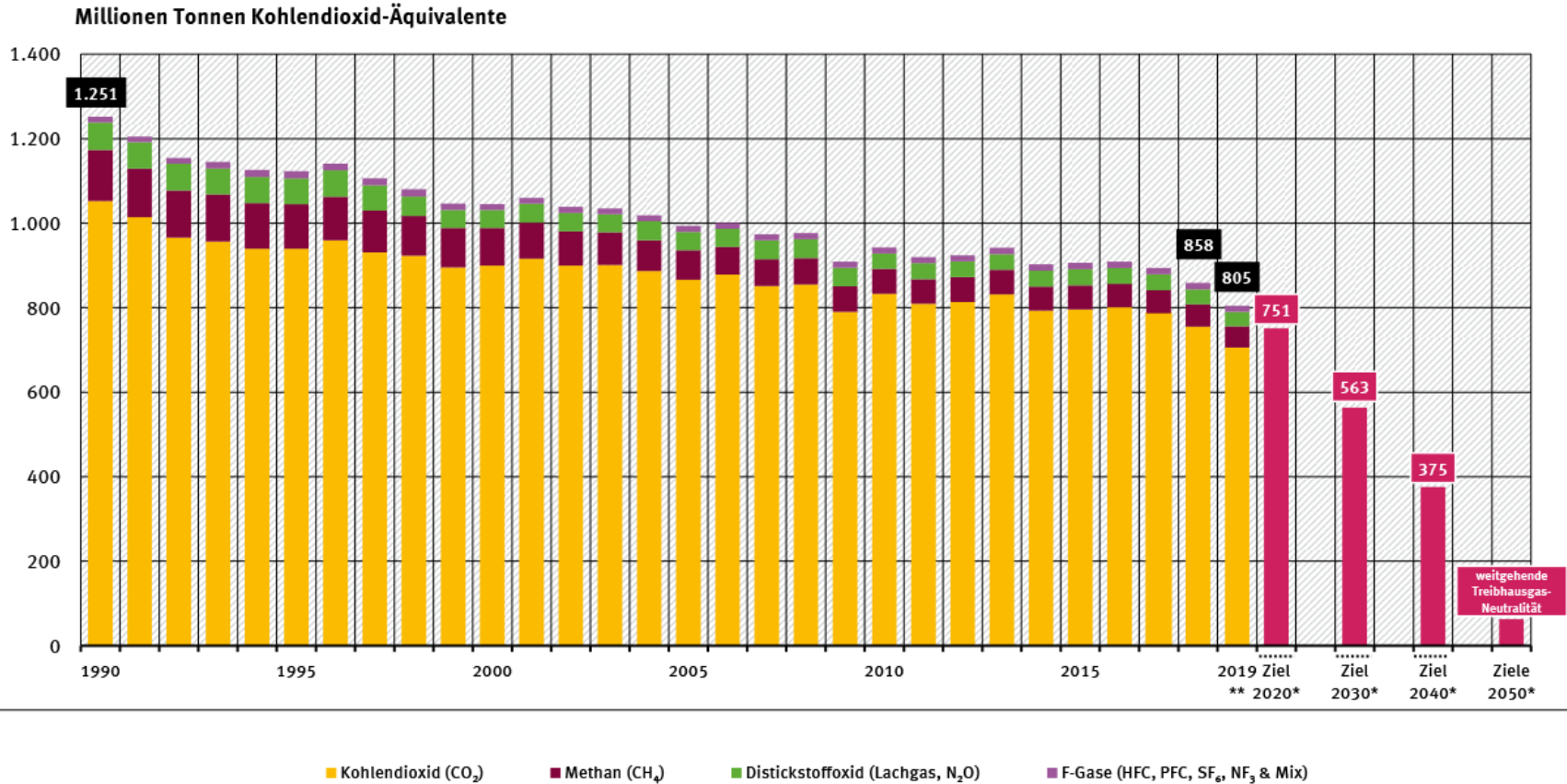
¹ in Kohlendioxid-Äquivalenten, berücksichtigt sind Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O)
² einschließlich Militär und Landwirtschaft (energiebedingt)
³ enthält nur Emissionen aus Industrieferneuerungen, keine Prozessemissionen
⁴ durch Gewinnung, Umwandlung und Verteilung von Brennstoffen

Quelle: Umweltbundesamt, Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen 1990-2017, Stand 01/2019



Wie klimaneutral können und müssen wir 2030 sein?

Treibhausgas-Emissionen seit 1990 nach Gasen

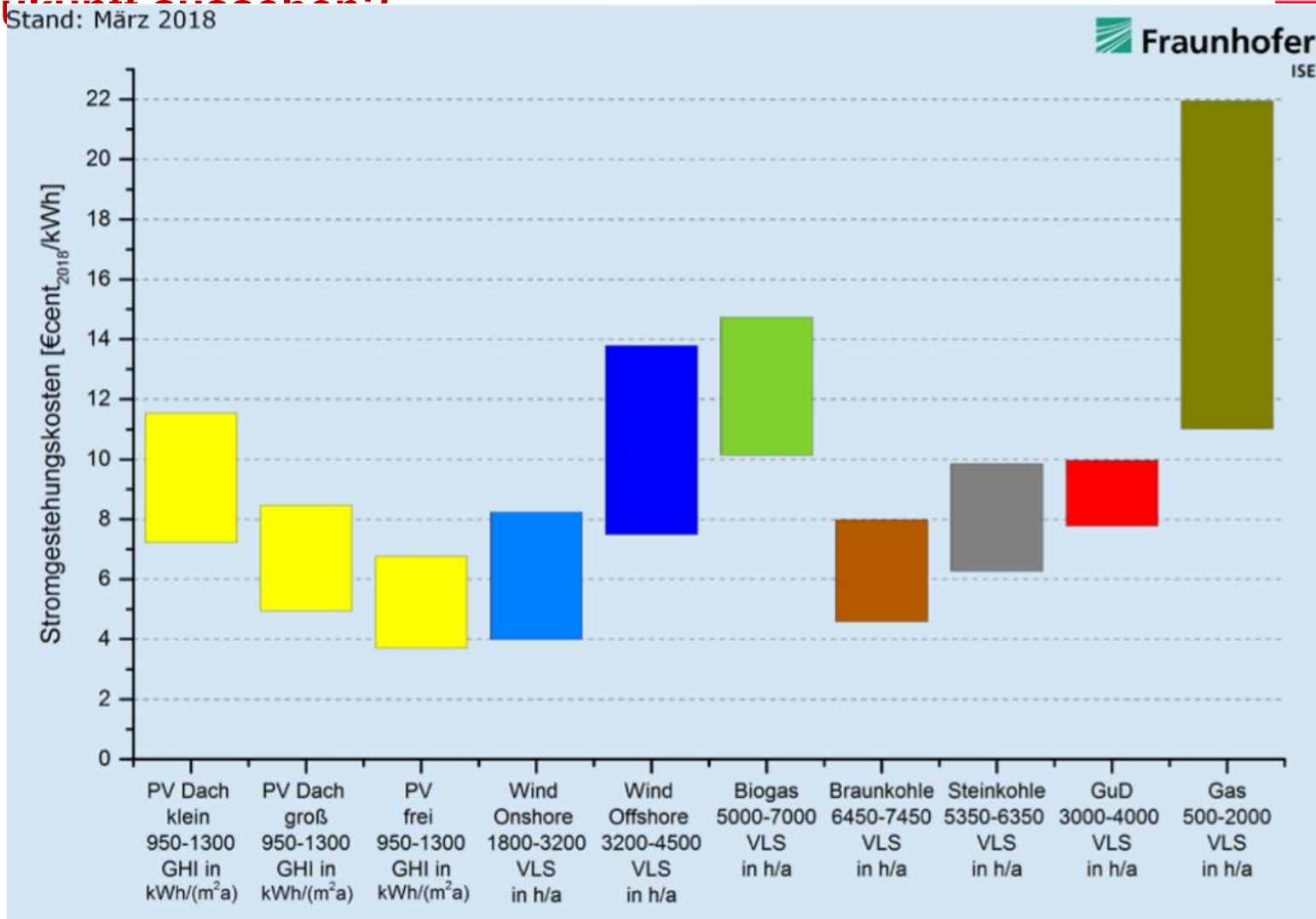


Emissionen ohne Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft
 * Ziele 2020 bis 2050: Energiekonzept der Bundesregierung (2010)
 ** Schätzung 2019

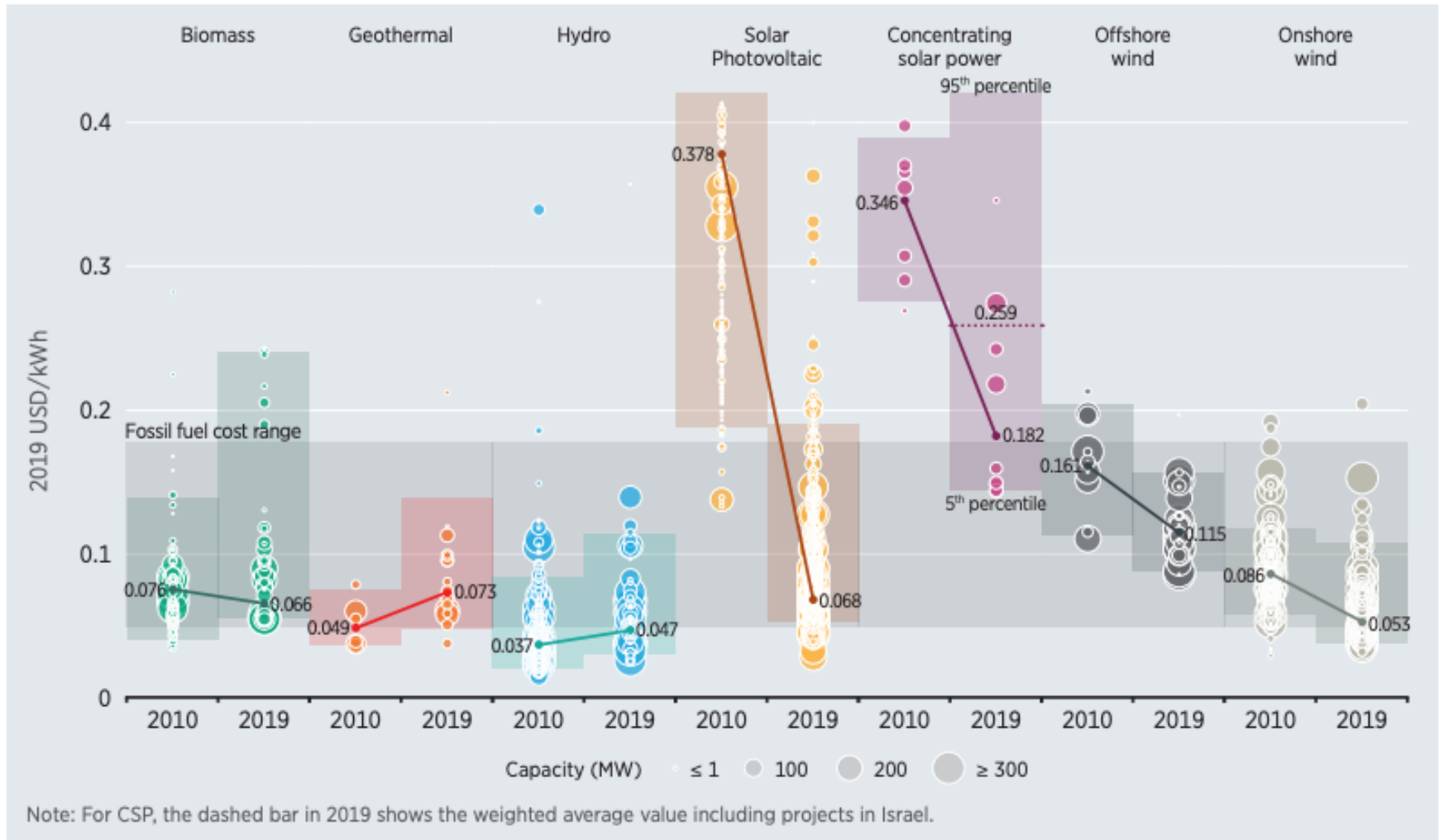
Quelle: Umweltbundesamt, Nationale Treibhausgas-Inventare 1990 bis 2018 (Stand 12/2019) und
 Zeitzahmschätzung für 2019 aus UBA Presse-Mitteilung vom 15.03.2020

Wie wird Energieerzeugung und –nutzung in Zukunft aussehen?

Stand: März 2018

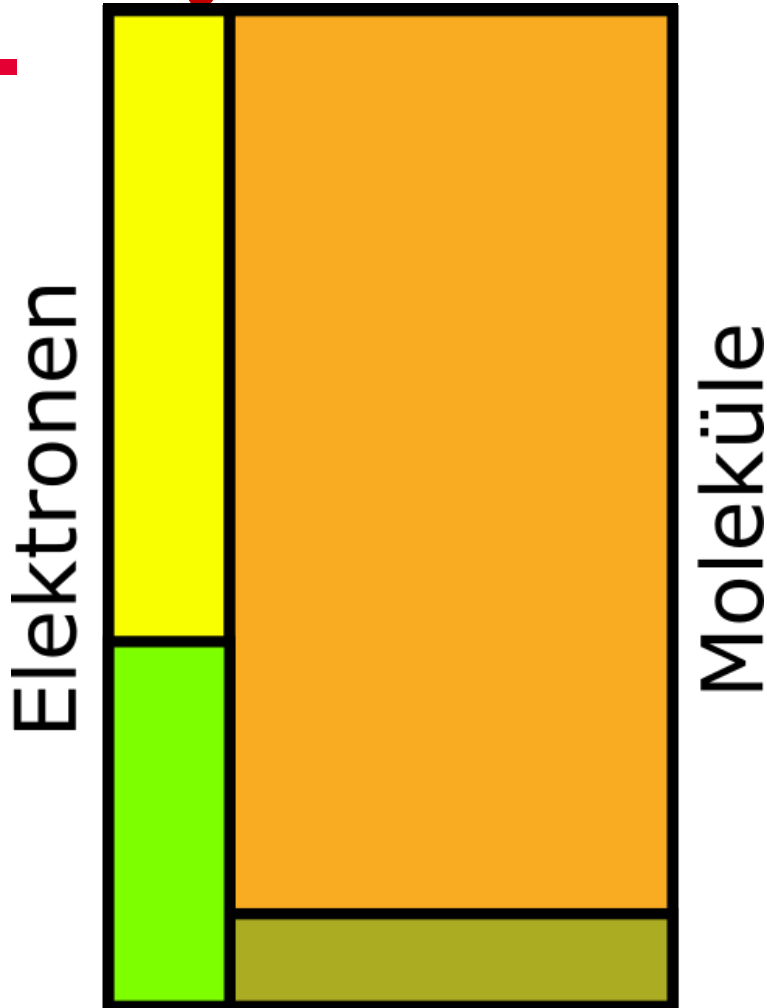


Wie wird Energieerzeugung und –nutzung in



Source: IRENA Renewable Cost Database.

Energieverbrauch in Deutschland



- Elektrisch 510 TWh
- Davon regenerativ 188 TWh
- Chemisch 1894 TWh
- Davon regenerativ 177 TWh
- Gesamt 2404 TWh

Wir brauchen Wasserstoff

Wasserstoffstrategien

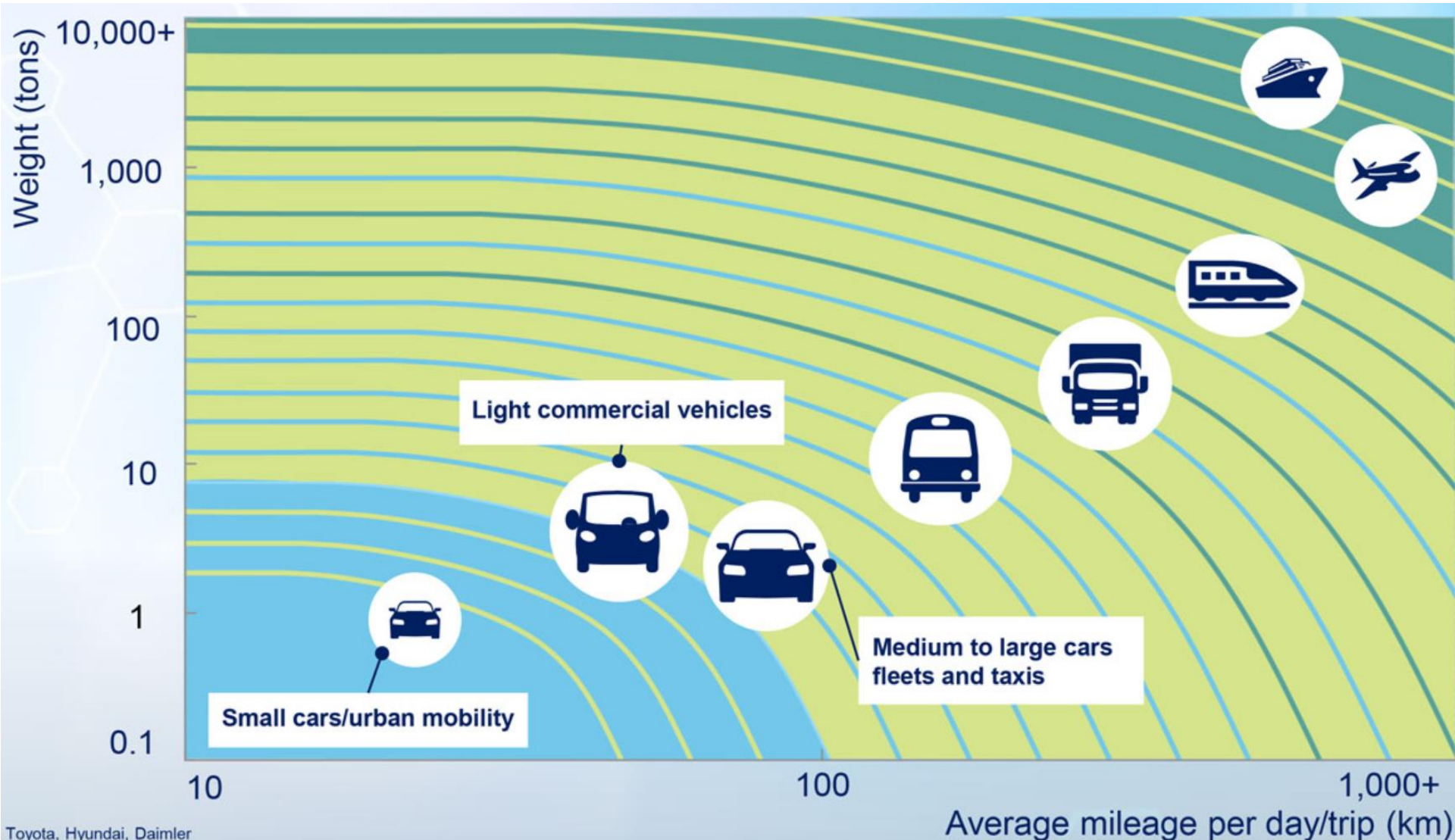
Wirtschafts- und Verkehrsministerien
der norddeutschen Küstenländer

Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein



NORDDEUTSCHE WASSERSTOFF STRATEGIE





Wasserstoff für die Mobilität

Tank System Weight and Volume

Range: 500 km

Diesel

Compressed Hydrogen 700 bar
6 kg H₂ = 200 kWh chemical energy

Lithium Ion Battery
100 kWh electrical energy

System
Fuel

System
Fuel

System
Cell



43 kg
33 kg



125 kg
6 kg



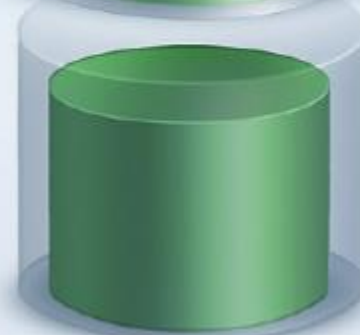
830 kg
540 kg



46 L
37 L



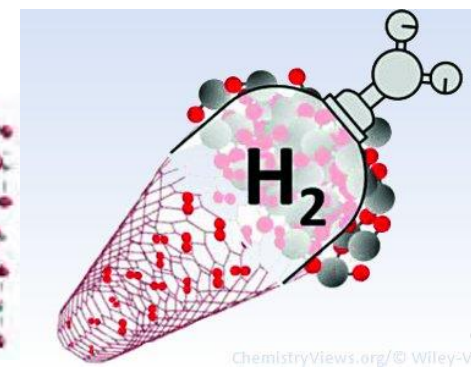
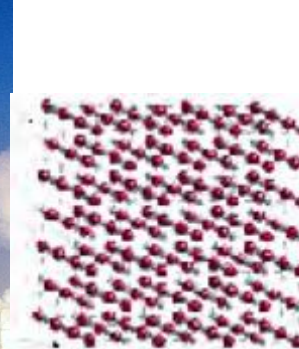
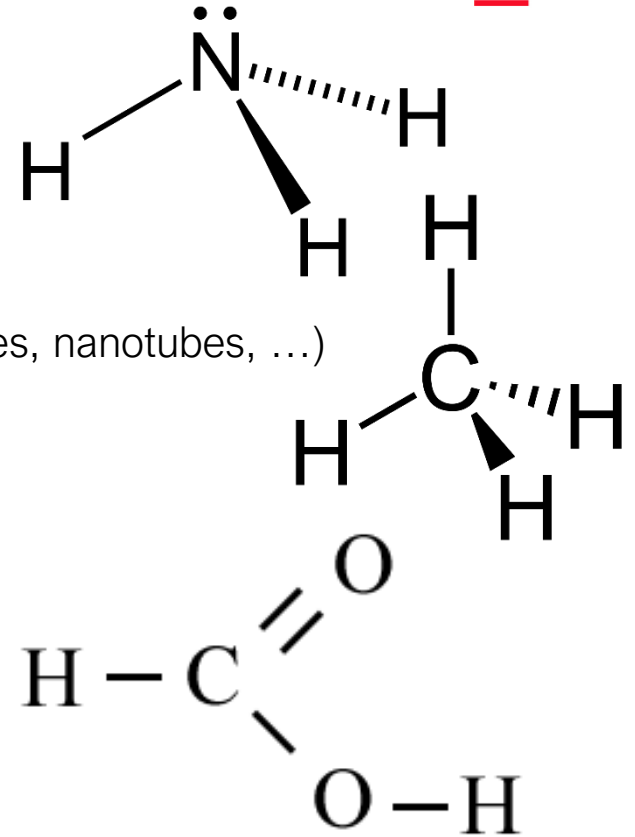
260 L
170 L



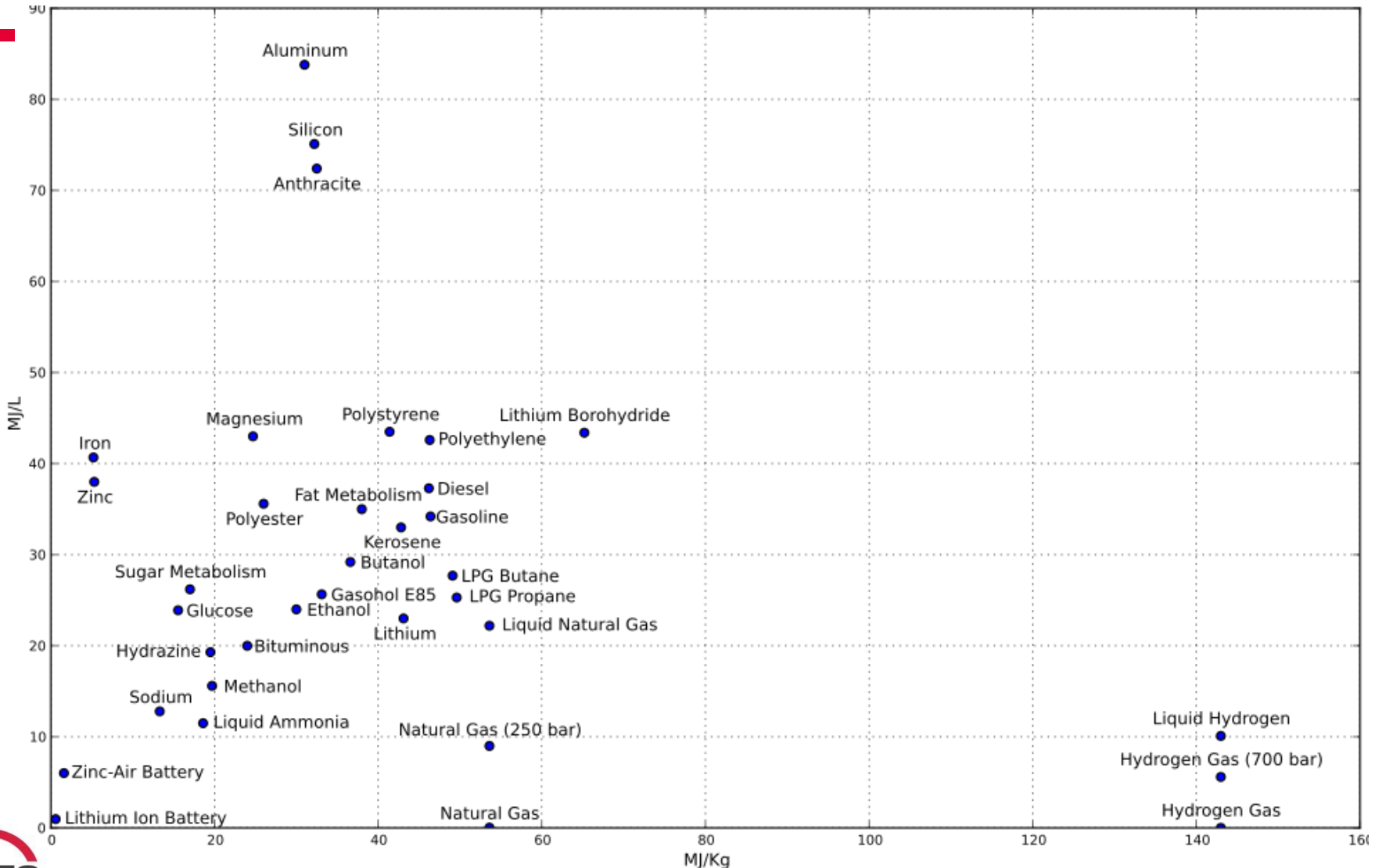
670 L
360 L

Wasserstoffspeicher Technologien

- Komprimierter Wasserstoff (30 bar bis 700 bar)
- Flüssiger Wasserstoff (Weltraum Anwendungen)
- Metall Hydrid (Stationäre Anwendungen)
- Viele weitere chemische und Physikalische Methoden in der Forschung und Entwicklung (e.g. Carbohydrates, nanotubes, ...)
- Liquid Organic Hydrogen Carriers (LOHC)



Ausgewählte Energiedichten



Source: commons.wikimedia.org

Gütermotorenschiff → "Europaschiff"

- ⚓ Kann auf allen Binnenwasserstraßen betrieben werden
- ⚓ Zahlenmäßig am stärksten vertreten

Schubschiff → "Elektra"

- ⚓ Zweithäufigster Schiffstyp

Tagesausflugsschiff → "Stern"

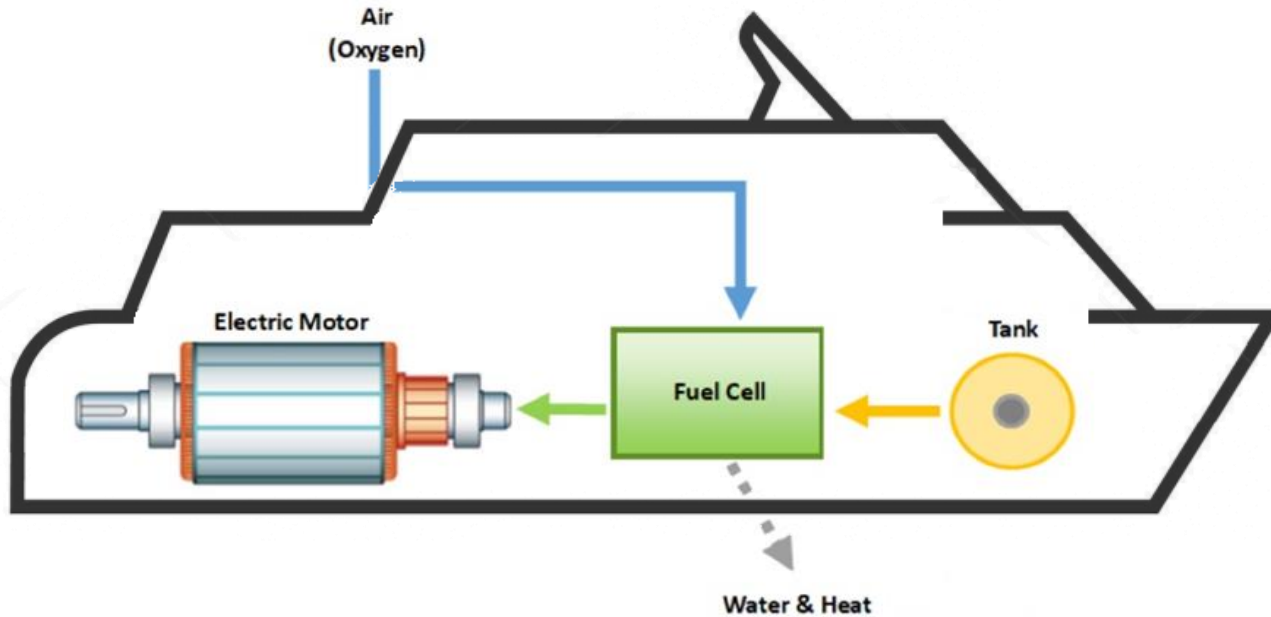
- ⚓ Operieren lokal → einfache Bunkerlogistik
- ⚓ Öffentliche Wahrnehmung und Etablierung

Kabinenschiff → „Viking Longship“

- ⚓ Erhöhung des Komforts (Reduzierung der Vibrationen, Geräuschemissionen)
- ⚓ Öffentliche Wahrnehmung und Etablierung



H2 Schiff Schematisch



ELEKTRA

Compressed Hydrogen – CGH2









- ⚓ erfordert viel Platz im Schiff oder führt zu häufigeren Bunkerbetrieben oder einer Kombination aus beiden
- ⚓ Ein Neubau von Schiffen könnte diesen Nachteil teilweise oder vollständig beseitigen, indem neuartige Konzepte neue Möglichkeiten für Schiffskonstrukteure schaffen
- ⚓ Während Autos aufgrund des begrenzten verfügbaren Platzes H₂ mit 70 MPa speichern, werden 35 MPa-Tanks hauptsächlich in Bussen verwendet
- ⚓ ELEKTRA-Forschungsprojekt, ein 500-bar-Wechselwassersystem

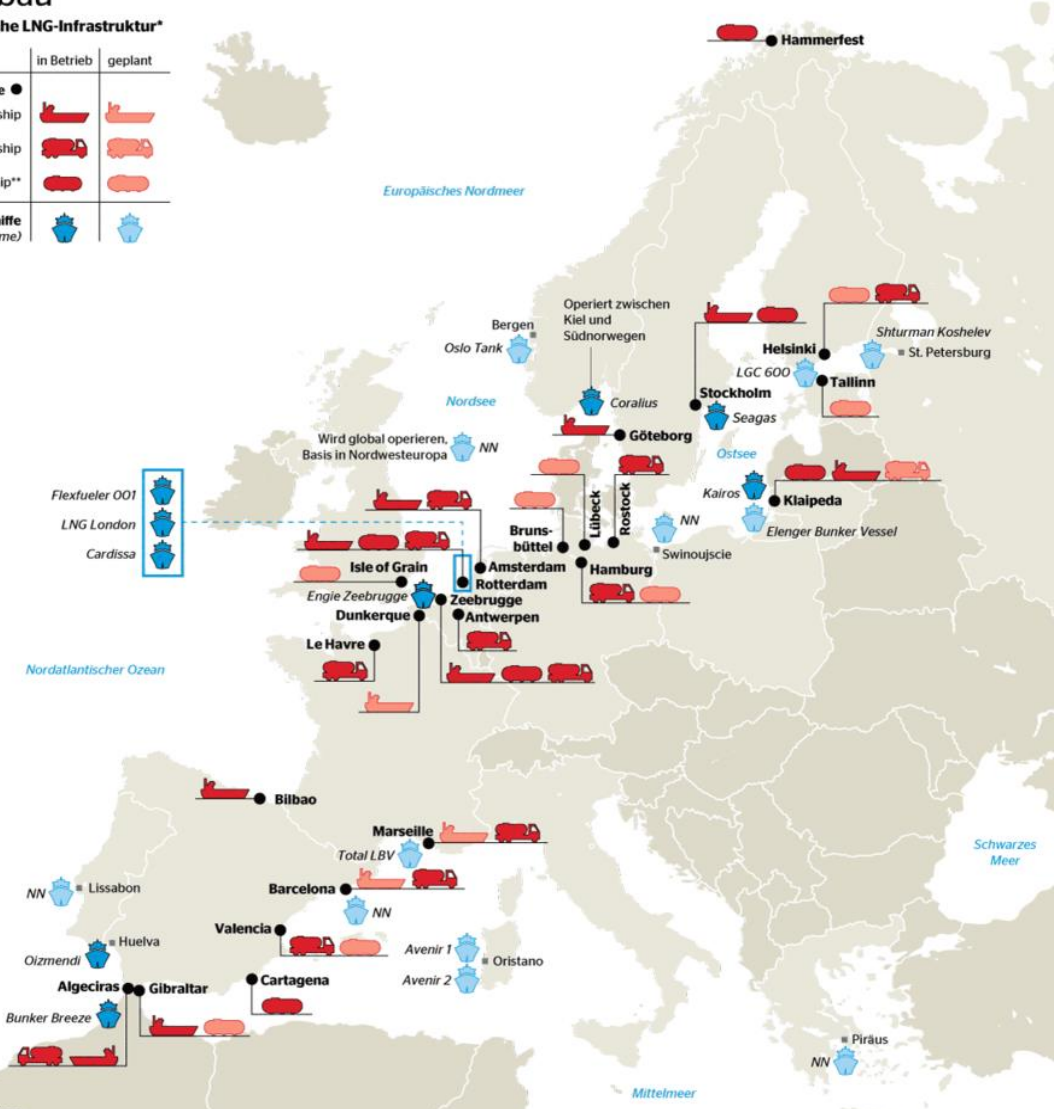


Infrastruktur

Im Aufbau

Die europäische LNG-Infrastruktur*

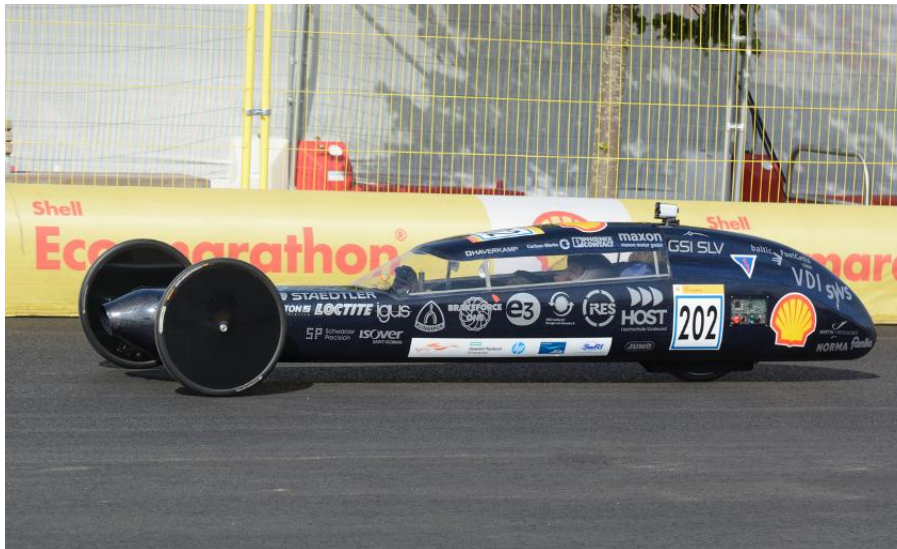
	in Betrieb	geplant
Bunkerstandorte ●		
Ship-to-ship		
Truck-to-ship		
Tank-to-ship**		
Bunkerschiffe (NN: ohne Name)		



* ohne Anspruch auf Vollständigkeit. ** inklusive Pipe-to-ship. Quelle: DNV GL, Sea-LNG.org, eigene Recherche / Grafik DVZ

Effizienz Europa Meister

1. Platz: ThaiGer H2 Racing (HOST, Deutschland)
Ergebnis: 880,5 km/m³
Gewicht: 22 kg (+ Fahrer ca. 50 kg)



Welcome to REGWA conference



28th Energy conference REGWA

*Use of renewable energy and
hydrogen technology*

*November 2021
University of Applied Sciences
Stralsund, Germany*

